

DOI: 10.13382/j.jemi.B1902758

基于信息融合的开放式空气质量监测系统的研究*

凌启东¹ 袁冠² 王敏³ 王鸿磊¹

(1. 徐州工业职业技术学院 信息与电气工程学院 徐州 221440; 2. 中国矿业大学 计算机科学与技术学院 徐州 221116; 3. 江苏省徐州市环境监测中心 仪器室 徐州 221006)

摘要:针对空气质量监测网络不完善、监测精细化水平较低等问题,提出了一种开放式空气质量监测系统。融合了小型传感器空气质量监测设备和大型空气质量监测设备的优点,构建了大数据智慧云平台;基于移动位置和数据相关性实现了小型传感器监测设备的自动校准,解决了小型传感器监测设备的零点漂移问题;基于信息融合技术提出了一种智能空气质量预测算法,实现了普通用户对具体位置的空气质量的实时掌握。实验结果表明,该系统预测值均方误差低,精度高,同时可以有效自动校准监测设备。

关键词:空气质量监测;信息融合;大数据;自动校准

中图分类号: TN98; TP39 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.6099

Research on open air quality monitoring system based on information fusion

Ling Qidong¹ Yuan Guan² Wang Min³ Wang Honglei¹(1. School of Information and Electrical Engineering, Xuzhou College of Industrial Technology, Xuzhou 221440, China;
2. School of Computer Science and Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China;
3. Instrument Department, Xuzhou Environmental Monitoring Center of Jiangsu Province, Xuzhou 221006, China)

Abstract: In view of the imperfect air quality monitoring network and low level of monitoring refinement, an open air quality monitoring system is proposed. Integrating the advantages of small sensor air quality monitoring equipment and large air quality monitoring equipment, a large data intelligent cloud platform is constructed. Based on mobile location and data correlation, the automatic calibration of small sensor monitoring equipment is realized, and the zero drift problem of small sensor monitoring equipment is solved. An intelligent air quality prediction algorithm is proposed based on information fusion technology. It realizes the real-time control of the air quality of the specific location by ordinary users. The experimental results show that the system has low mean square error and high accuracy, and can effectively and automatically calibrate the monitoring equipment.

Keywords: air quality monitoring; information fusion; big data; automatic calibration

0 引言

随着我国经济建设的飞速发展,工业化、城镇化的持续推进,机动车保有量大幅增加,部分污染企业过度排放,导致大气污染情况日益严峻,以雾霾天气为代表的恶劣天气频频发生,严重影响了人民群众的身心健康,制约了经济的可持续发展,引起了社会越来越多的关注。实

时掌握当前的空气质量成为普通居民的急切需求,也是做好大气污染防治工作的先决条件。我国的空气质量的监测与预报主要依靠国家环境监测站点的监测,通过空气质量预报网周期性发布监测信息,国家环境监测站设备昂贵,覆盖率低,导致监测和预报具有明显的区域性和滞后性。同时一些小型监测设备精度较差,空气传感器零点易于漂移,且用户数量有限,不能满足普通居民对空气质量的实时掌握需求^[1]。因此,如何实现空气质

收稿日期: 2019-11-15 Received Date: 2019-11-15

* 基金项目: 徐州市科技发展基金(KC17132)、中国博士后基金(2018M642358)资助项目

量的精细化实时监测一直是大气环境监测领域的研究热点,近年来随着传感器技术、信息处理技术和大数据的发展,给空气质量的监测研究提供了新的方法,已经开始被应用到空气质量监测相关产品的研制中。文献[2]研究了基于物联网和大数据的空气质量监测系统,利用分类算法对历史数据和实时数据进行处理,来预测不同地点的实时空气质量,但是分析数据来源于固定位置且数量有限的监测站点,对于距离站点较远地点的空气质量预报有较大的不确定性。文献[3]研制了一种分布式的空气质量监测系统,通过数据采集子系统、数据管理子系统和数据处理子系统实现监测区域内的空气质量的精细监测,但是空气质量数据的采集完全依靠系统部署的站点,监测网络不完善,不能从根本上解决空气质量监测的精度问题。文献[4]提出了一种综合监测和预警系统,采用区域预报的方式提高空气质量预测的精度,但是缺乏对区域的合理划分和区域内空气质量数据的全面掌握,影响了预测的准确性。文献[5]设计一种基于物联网技术的空气质量监测系统,降低了空气质量检测系统的成本,但是低成本传感器的精度和可靠性得不到保障,同时不能实现数据的共享,无法解决所有人对空气质量精准掌握的需求。

针对当前空气质量监测中存在的监测网络不完善、监测精细化不够、小型设备精度较差等问题,设计了一种基于信息融合技术的开放式空气质量监测系统。研制了可移动的低成本的小型空气质量监测设备,采用开放式的大数据系统架构,完善了现有的空气质量监测网络,降低了空气监测系统的成本,最大程度地实现了数据共享;提出了一种动态智能空气预测算法,融合了大型监测设备和小型监测设备的优点,实现了具体位置空气质量的实时预测;提出了一种基于移动位置的自动校准技术,提高了小型空气质量监测系统的精度;利用 Android App 技术、Web 技术实现了普通居民实时查询当前位置的空气质量,在一定程度上解决了空气质量预报中的滞后性和区域性缺点,为空气质量的精准预报提供了一种新的解决方案。

1 开放式空气质量监测系统

1.1 系统架构

目前我国的空气监测网络主要由国家环境监测站点组成,监测站点数量少,位置固定,通过官网周期性发布空气质量监测信息。以徐州市区为例,徐州市区 3 037 km²,仅有 7 个空气质量监测站点,以 1 h 为周期更新空气质量监测信息,很明显普通居民很难实时准确的获得具体位置的空气质量信息。随着空气质量精细化监测要求的提高,低成本的小型空气质量监测系统被部

署到一些重点区域,对空气质量的全面掌握起到了一定的补充作用,但是由于监测信息一般不对外发布,数量相对有限,普通居民很难了解到相关监测信息,另外小型的监测设备常采用低成本的传感器进行空气质量信息采集,传感器在测量时受外部环境条件影响较大,易发生零点漂移,温湿度、光照等都会对测量结果产生一定的干扰,另外随着传感器的长时间使用,灰尘的吸附、电化学反应消耗等都会造成测量结果的准确性大幅降低^[6-7]。综上,我国大气质量的监测与预报网络很不完善,同时小型空气质量监测设备的测量精度较差,且没有得到很好的利用,影响了监测的精细化,普通用户也不能实时准确地掌握具体位置的空气质量信息。

为此,提出了一种基于信息融合技术的开放式空气质量监测系统,系统结构如图 1 所示,系统主要由开放式信息采集子系统、大数据智慧云服务平台和前端用户子系统组成,从物理上将用户和空气质量采集设备独立开,采用大数据处理和信息融合技术对空气质量信息进行处理与预报,有效解决了普通用户对设备的依赖问题。开放式信息采集子系统主要由多种类型的空气质量检测设备组成,系统可以最大范围的采集空气质量信息,为平台的空气质量数据的处理和预报提高有效可靠的数据;大数据智慧云服务平台由空气质量数据处理和存储子系统、空气质量数据建模分析与预测子系统和云服务平台子系统组成,主要负责对采集的数据进行处理与管理,基于大数据通过自动校准和信息融合技术对空气质量信息进行预测,云服务平台及时处理用户需求,实时发布空气质量信息;前端用户子系统主要包括基于移动操作系统的空气质量查询 App 和基于 Web 的空气质量查询平台,直接向移动手机用户和 PC 机用户提供空气质量信息。

1.2 开放式数据采集子系统

信息采集子系统基于开放式的设计思想,主要包括各种类型普通空气质量检测设备和环境监测站的大型空气质量监测设备,同时只要符合国家标准的空气质量监测设备都可以申请注册为系统的采集终端,实现最大范围地采集不同地点的空气质量信息,构建全面的、海量的空气质量信息数据库。大型空气质量监测设备是由国家环境监测站进行布置,数据准确性高,作为系统的校准和背景数据。普通空气质量监测终端基于传感器技术采集空气质量数据,成本较低,应用模式比较灵活,可以安装在汽车等移动载体上,也可以安装在小区、工地等固定的位置。截至 2018 年底全国汽车保有量达 2.4 亿辆^[8],四通八达的现代交通网可以使得汽车能到达城市的各个角落,为空气质量的精细化监测提供了最优的载体,同时全网覆盖的 LTE 和 NB-IoT 网络可以可靠地将监测数据实时地传输到大数据处理与服务平台,本文设计的普通空气质量监测终端就是应用到汽车载体上,可以最大范围

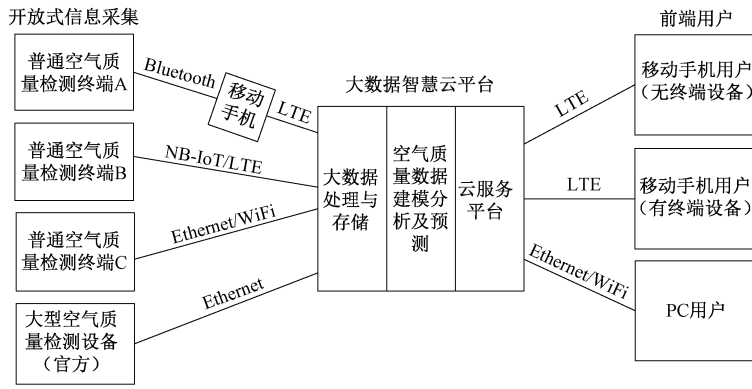


图 1 开放式空气质量监测系统结构

Fig. 1 The structure of open air quality monitoring system

地采集空气质量信息。

普通空气质量检测终端是开放式空气质量监测系统的主要信息采集主体,为智慧云平台提供全方位的空气质量信息,系统设计了基于物联网技术的移动空气质量检测终端,应用传感器技术采集空气质量信息,由嵌入式微控制器对信息进行处理,通过现代通信网络与智慧云平台实时通信,终端硬件结构如图 2 所示,主要由微控制器系统、传感器组采集模块、GPS/北斗定位模块、通信模块等组成,微控制器选用嵌入式 ARM 系列微控制器,传感器组采集模块主要通过传感器采集与 AQI 关系密切的 6 种大气污染物 PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、CO、SO₂ 和 O₃^[9],根据传感器的输出信号分别与微控制器的串行接口、I²C 或者 AD 口相连;定位模块选用 GPS/BDS 定位模块,通过串口给设备提供精确的经纬度信息;通信模块采用 NB-IoT、LTE 等多种通信方式实现与智慧云平台的远程通信,可以根据具体的应用环境、功耗和成本要求选择合适的通信方式,其中蓝牙的通信需要通过手机 App 进行数据转发;系统还设计了 5 和 3.3 V 的电源电路,为系统中不同的电路模块进行稳定的供电。

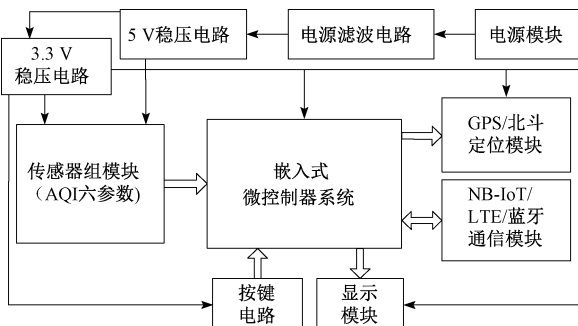


图 2 普通空气质量检测终端硬件结构

Fig. 2 Hardware structure of general air quality detection terminal

1.3 大数据智慧云平台

大数据智慧云平台是系统的核心组成部分,基于分布式的架构,应用大数据并行处理与存储管理技术,实现了对终端信息的采集、处理与存储,基于自动校准和信息融合技术,实现了对没有终端设备的用户在任意地点空气质量的预测,基于大数据分析预测算法实现空气质量的趋势变化预测及极端空气的预警。大数据智慧云平台提升了系统的分析与处理能力,使得系统具有良好的应用深度和广度。大数据智慧云平台系统架构如图 3 所示,从系统功能上主要包括空气质量数据处理和存储模块、大数据分析预测模块和云服务模块 3 个组成部分。

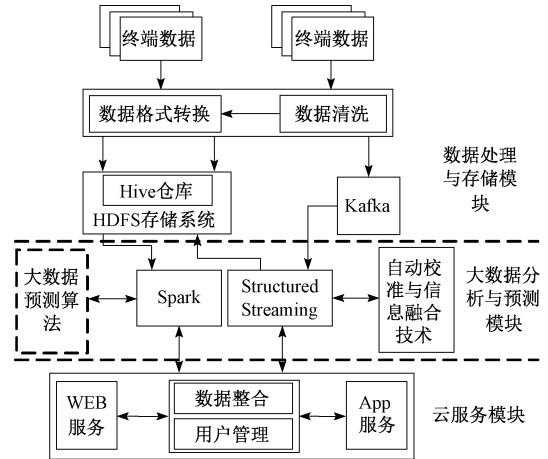


图 3 大数据智慧云平台系统架构

Fig. 3 System architecture of big data intelligent cloud platform

1) 数据处理和存储模块根据终端的通信方式提供兼容的通信接口,接收的数据首先进行数据清洗,根据数据包包含的经纬度坐标、校正状态、检测值等信息分析数据是否存在问题,过滤掉问题数据,然后对正确的数据进行格式转换,形成记录数据,并赋予一个全局唯一的标识。根据用户需求,需要实时处理的数据存储到 Kafka 分布

式流媒体平台中, Kafka 基于消息队列存储数据, 提供实时性处理接口, 大大提高了数据处理的速度; 不需要实时性处理的数据存储到 Hive 仓库中, Hive 仓库基于 HDFS 分布式存储, 利用 Hadoop 的负载均衡特性把海量数据存储到不同的存储节点上, 大大地提高了读写性能。Hive 仓库通过工作流调度器 Azkaban 按时间调度跑批任务生成报表, Hive 仓库给大数据分析模块提供一系列交互接口, 将用户指令翻译成 MapReduce, 提交到 Hadoop 中执行, 将执行结果返回输出到交互接口。

2) 大数据分析预测模块负责提供多种大数据分析方法, 主要包括自动校准方法、基于信息融合的实时空气质量预测算法、大数据空气质量趋势预测算法等。对于实时性业务需求, 基于自动校准技术和信息融合算法开发 Structured Streaming 实时流算子, 实时计算消费 Kafka 数据, 并将结果输出到云服务模块, 为设备提供自动校准服务, 为用户提供基于经纬度的实时性空气质量预测, 同时相关数据也保存到 Hive 仓库中。对于非实时性业务需求, 采用基于神经网络算法开发的 Spark 应用程序分析空气质量变化趋势^[10], 通过 Spark SQL 离线快速分析 Hive 数据, 为用户提供空气质量的查询、分析及预测。

3) 云服务管理模块主要负责用户管理和服务管理功能, 系统具有开放性的特点, 用户可以通过云服务平台进行注册, 针对不同类型的用户配置资源, 一方面, 凡是符合国家标准的大气监测设备在用户注册审核后都可以上传到平台, 最大程度地实现了资源的共享; 另一方面, 细化用户的服务需求, 根据用户请求调用相应的接口服务完成操作, 接收大数据分析模块与预测模块的输出数据, 进行数据整合后发给用户, 为用户提供具体的空气质量信息的监测服务。

1.4 系统前端用户

基于当前用户的使用习惯, 系统前端用户子系统开发了面向手机用户的 App 系统和面向 PC 的 Web 系统, 实现用户与云服务系统之间的动态交互。用户主要分为两类, 一类是拥有空气质量监测终端设备的用户, 向平台周期上报空气质量信息, 同时也可以向云平台请求服务; 一类是普通的注册用户, 没有空气质量监测终端设备, 单纯向云服务平台请求获取空气质量信息服务。

2 系统关键技术

2.1 自动校准技术

近年来各种传感器技术开始应用于空气质量的监测中, 大大降低了空气污染物监测的成本^[11]。但是, 由于受到使用时间、应用环境等因素的影响, 空气质量传感器的特性漂移问题一直无法得到很好的解决, 降低了设备

数据准确性和可靠性。鉴于监测设备移动性和数据与位置耦合性的特性, 提出了一种基于移动位置的校准方法, 解决了由于环境不一致导致标准误差的问题。监测系统中主要监测设备安装在汽车载体上, 根据设备上报的数据包中的北斗位置信息实时跟踪设备的位置, 当汽车行驶到环境监测站点校准有效范围内时, 系统发送指令启动设备进入校准模式, 按照系统中保存的环境监测站点的大型监测设备的采集数据进行校准调零, 同时利用运行状况良好、出错率低且刚刚校准过的设备作为辅助标准设备, 对其他设备进行调零。这种校准方法实现了标准设备和校准设备运行环境的一致性, 保证了校准调零的有效性, 提高了小型设备检测结果的有效性和准确性。

2.2 基于信息融合的空气品质预测算法

空气质量受到地理地形、气候、交通、扩散条件及污染源排放等因素的影响, 具有明显的时空相关性特点, 距离越短, 时间越近, 空气质量的相关度就越高^[12]。官方大型监测设备的精确性要高于小型普通检测设备, 但是小型普通检测设备的检测点数量远远大于大型监测设备的站点数, 据此提出了一种基于距离权重因子的空气质量信息融合算法, 将多个监测点数据有效融合, 实时预测具体位置的空气质量数据。智慧云平台根据手机 App 或者 Web 上传的地理坐标位置, 搜索周边有效距离内在线的监测设备, 读取相关监测数据, 根据空气质量信息融合算法进行计算具体坐标位置的大气污染物预测值。解决了没有设备的用户对空气质量状况实时掌握的需求, 同时也解决了有设备用户对其他各区域空气质量的需求。

以目标地理坐标位置为中心, 在周边的有效范围内, 将采集的数据分为两个集合: 有用数据集和标准数据集, 有用数据集来自小型监测设备的数据集, 特点是数据量大、距离中心目标位置近; 标准数据集的数据来自国家环境监测站的大型环境监测设备的数据集, 特点是数值精确、数据量少, 设备站点可能距离目标位置点较远。对于某一项大气污染物, 定义数据集为:

$$S = (P_{v_1}, P_{v_2}, \dots, P_{v_M}; P_{c_1}, P_{c_2}, \dots, P_{c_N}) \quad (1)$$

式中: P_{v_m} ($1 \leq m \leq M$) 为有用数据, 是小型监测设备 m 的监测数据, P_{c_n} ($1 \leq n \leq N$) 为标准数据, 是大型监测设备 n 的监测数据, 不同的大气污染物都有独立的数据集。

目标点处该项大气污染物浓度的计算值如式(2)所示, 污染物的浓度由小型监测设备与大型环境监测设备的该项污染物监测数据信息融合, 其中 $\alpha + \beta = 1$ 。

$$P_f = \alpha P_{vf} + \beta P_{cf} \quad (2)$$

小型环境监测设备融合分量 P_{vf} 的计算公式如式(3)所示。

$$P_{vf} = \frac{D_{v1}}{D_{v1} + D_{v2} + \dots + D_{vM}} P_{v1} +$$

$$\frac{D_{tv2}}{D_{tv1} + D_{tv2} + \dots + D_{tvM}} P_{v2} + \dots + \frac{D_{tvM}}{D_{tv1} + D_{tv2} + \dots + D_{tvM}} P_{vM} \quad (3)$$

式中： D_{tm} ($1 \leq m \leq M$) 为小型监测设备 m 与目标位置点的距离 d_{tm} 倒数数值，距离 d_{tm} 越近， D_{tm} 值越大。

大型环境监测设备融合分量 P_{cf} 的计算公式如式(4)所示。

$$P_{cf} = \frac{D_{tc1}}{D_{tc1} + D_{tc2} + \dots + D_{tcN}} P_{c1} + \frac{D_{tc2}}{D_{tc1} + D_{tc2} + \dots + D_{tcN}} P_{c2} + \dots + \frac{D_{tcN}}{D_{tc1} + D_{tc2} + \dots + D_{tcN}} P_{cN} \quad (4)$$

式中： D_{tcn} ($1 \leq n \leq N$) 为大型监测设备 n 距目标位置点距离 d_{tcn} 的距离倒数数值，距离越近， D_{tcn} 值越大。

设目标位置点 t 的经纬度坐标为 (μ_t, ν_t) ，其有效监测范围内的某一监测设备的位置点 p 经纬度为 (μ_p, ν_p) ，转换为弧度来进行计算，两个位置点之间的经度之差为 a ，纬度之差为 b ，计算公式分别如式(5)、(6)所示。

$$a = \frac{(\mu_t - \mu_p) \cdot \pi}{180} \quad (5)$$

$$b = \frac{(\nu_t - \nu_p) \cdot \pi}{180} \quad (6)$$

目标位置点与检测设备位置点之间的距离为 d_p ，计算公式如式(7)所示，其中 R 为地球的半径，按照 WGS84 坐标系的推荐值，地球半径值为 $6\,378\,137.0\text{ m}^{[13]}$ 。

$$d_p = R \times 2\arcsin \sqrt{\cos\left(\frac{\nu_t \cdot \pi}{180}\right) \times \cos\left(\frac{\nu_p \cdot \pi}{180}\right) \times \sin^2 \frac{a}{2} + \sin^2 \frac{b}{2}} \quad (7)$$

3 测试及性能分析

3.1 系统测试环境搭建

1) 终端设备设计

设计了基于 ARM 系列微控制器 STM32L475 的硬件测试系统，STM32L475 具有丰富的 IO 口和外设资源，可扩展性强。传感器组采集模块选用高精度的 JXM 系列智能型空气质量监测模组，内置高精度电化学传感器，通过高精度放大、去噪声处理、温度补偿处理电路，可以准确检测 NO_2 、 CO 、 SO_2 、 O_3 的浓度信息；大气颗粒物的监测采用颗粒物浓度传感器 PMS5003T，基于激光散射原理，最小分辨粒径 $0.3\ \mu\text{m}$ ，可以同时监测空气中颗粒物浓度及温湿度信息；定位模块选用 GPS+BDS 双定位模块

ATK1218-BD, 20 Hz 输出速率，自带后备电池，实现精确定位；基于成本的考虑，系统的通信采用蓝牙+手机 App 实现，微控制器通过 HC-08 蓝牙 4.0 模块与手机 App 系统实现可靠的数据通信，无需额外的移动 SIM 卡，硬件系统的正面效果图如图 4 所示，系统采用 PU 板构建了应用系统，通过减震设计可以稳定地安装在汽车车顶，如图 5 所示。

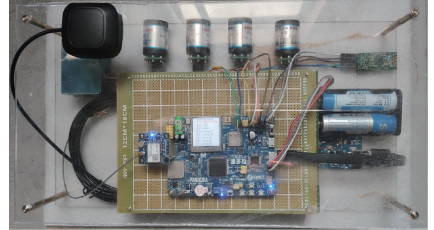


图4 硬件系统正面效果

Fig. 4 Front view of hardware system

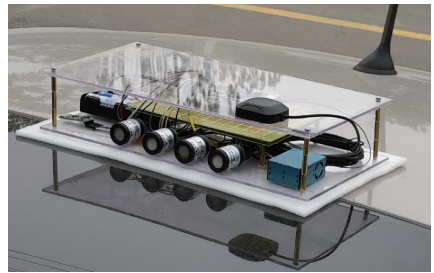


图5 硬件系统装配车顶

Fig. 5 Hardware system assembly roof drawing

2) 智慧云平台的搭建

智慧云平台的实验环境采用华为服务器 RH2288，内存为 128 G，6 块 6 T 硬盘，CPU 为双颗 E5-2609V4 CPU。为了保证系统的灾备，磁盘阵列系统盘采用 raid1，其他硬盘采用 raid0，提高硬盘的 I/O。操作系统为 centos 7.4，采用 Cloudera 的 CDH6.1.0 搭建的大数据集群，通过页面点击的方式添加 Kafka、HDFS、Hive 等组件，简单快速，同时 cm 可以监控这些组件健康状态，大大提高了集群管理的效率，解决了 Apache Hadoop 版本管理混乱、部署过程繁琐、兼容性差、安全性低等问题^[14]。

3) 前端系统设计

结合终端设备与智慧云平台的设计，开发了基于手机的 App 系统实现用户与系统的信息交互。App 系统基于 Android Studio 3.4.2 平台开发，主要包含用户注册登录、空气质量信息显示及设备管理等功能，对于设备用户，App 开启蓝牙功能，自动搜索设备蓝牙，完成配对连接后，开启数据监听线程，利用输入流接收设备监测的大气污染物信息，重新打包后通过 http 通信将检测数据发送到智慧云平台，同时在 App 上显示相关检测信息；当时

检测设备坐标进入校准距离范围内时,接收智慧云平台的校准命令和标准设备数据,解包后利用输出流通过蓝牙转发给终端设备,终端设备进行自动校准。对于没有监测设备的普通用户,App 后台开启 TimeService 服务功能,周期上报本地坐标信息,同时接收智慧云平台发送的空气质量信息,调用百度地图 API 接口,在地图上实时显示行车路径及空气质量。

3.2 性能分析

以徐州市城区为测试范围,徐州市区共有 7 个大型环境监测站,1#-5#测试车辆在车顶安装上普通终端检测设备,按照预先规划的行车路径行驶,测试车的有效行车半径是 10 km。为了便于验证测试性能,测试车中的 App 预测数据的计算数据源不包括本车中测试设备的数据,方便将二者进行有效分析比较,App 查询当前位置的空气质量结果如图 6 所示,显示了当前所处的位置及该位置的预测值,同时将空气预测算法中计算的大型监测设备位置、小型监测设备位置都显示出来。有用数据源 M 取值 4,标准数据源选择与用户 App 最近的 3 台大型监测设备, N 取值 3,由于测试设备较少, α 在实验时取值为 0.5,设备监测值上报和预测值更新周期和为 5 min,持续一周每天随机两小时进行连续测试。监测设备校准触发准备距离为 2 km,有效距离为 1 km。为了检验智慧云平台针对具体位置的空气质量预测值的准确性,选用均方误差(mean-square error, MSE) 和污染物监测值与预测值的比较图来进行分析^[15]。

智慧云平台的预测值与测试车内小型监测终端的监测值的均方误差如表 1 所示,数据结果表明 1#~5#App 实时预测值的均方误差值最大不超过 6%,智慧云平台的预测值与监测终端的监测值相差不大,属于正常误差范围内,基于大数据平台的信息融合算法的预测值基本可以达到实物监测设备的检测效果。

表 1 预测值与监测终端均方误差 MSE

Table 1 MSE of predicted value and monitoring terminal (%)

终端用户编号	SO ₂	NO ₂	PM10	PM2.5	CO	O ₃
1#	1.524 3	2.645 8	3.943 7	2.754 3	1.903 2	1.305 4
2#	2.430 8	1.453 4	4.455 9	2.367 0	2.030 0	1.007 2
3#	1.352 3	2.263 1	5.835 2	3.032 4	1.838 9	1.764 9
4#	3.663 4	2.667 6	5.003 1	3.422 7	2.784 1	2.507 3
5#	2.567 5	3.335 7	5.884 6	3.259 1	2.685 5	2.003 5

选择一周内 1#测试车 PM2.5 的监测数据进行分析,监测终端的监测数据与对应 App 的预测数据的均值分析如图 7 所示,第一天由于所有的监测终端都没有经过应用环境的自适应校准调零,监测终端的检测值不准确,差异性较大,导致监测值和预测值相差较大,经过第 1 天和第 2 天的移动监测,所有的监测车辆都经过了大型监测



图 6 用户 APP 系统显示活动页

Fig. 6 Display activity page of user app system

站附近的有效校准距离内,监测终端完成了自适应校准,监测终端的检测精度得到了很大的提高,基于信息融合算法计算的预测值与同一位置的检测值趋于一致,偏差基本保持在 4%之内,可以比较准确地预测当前位置的 air 污染物浓度。

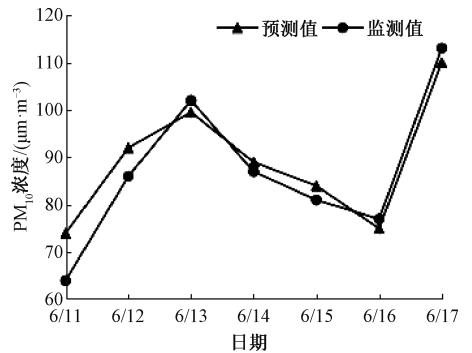


图 7 1#测试车的监测值与 APP 预测值分析

Fig. 7 Analysis on monitoring value and app prediction value of 1# test vehicle

4 结论

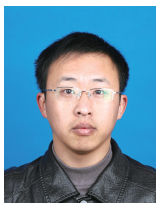
空气污染的精细化监测问题是当前大气污染监测的难点问题,本文设计了一种开放式空气质量监测系统,由多种类型的空气质量监测终端组成了开放式空气质量信息采集子系统,最大程度地为平台提供更多的空气质量信息,利用智慧云平台实现了空气质量信息的管理与共享。

享,应用自动校准技术实现移动式空气质量监测终端的校准,提高了基于传感器技术的监测终端的测量精度,基于大数据技术和信息融合算法实现了具体位置的空气质量信息的预测,在一定程度上满足普通没有检测设备的用户对空气质量信息的需求。搭建了大数据智慧云平台,设计了基于传感器技术的移动空气质量监测终端,开发了手机 App 方便了普通用户对空气质量信息的查询,实验结果表明,空气质量监测终端能完成自动校准功能,系统对具体位置的预测精度基本达到了实物监测终端的精度。但是系统的预测精度依赖于用户周边的监测终端数量及精度,具有一定的不稳定性,未来随着用户数的增加和共享意识的提高,开放式空气质量监测系统将发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 王春迎,潘本峰,吴修祥,等. 基于大数据分析的大气网格化监测质控技术研究 [J]. 中国环境监测, 2016(6) :1-6.
WANG CH Y, PAN B F, WU X X, et al. Research on quality control of atmospheric grid monitoring based on large data analysis [J]. Environmental Monitoring in China, 2016(6) :1-6.
- [2] 刘燕,张永平,朱成,等. 基于大数据和物联网的空气质量预测监测研究 [J]. 通信学报, 2017, 38 (S2) : 129-138.
LIU Y, ZHANG Y P, ZHU CH, et al. Intelligent forecasting and monitoring of air index based on big data and internet of things [J]. Journal on Communications, 2017, 38 (S2) : 129-138.
- [3] 周剑,魏广涛,张胜东,等. 基于多种交互方式的分布式空气质量监测系统设计与实现 [J]. 电子测量与仪器学报, 2018, 32(3) :119-126.
ZHOU J, WEI G T, ZHANG SH D, et al. Design and implementation of distributed air quality monitoring system based on multiple interactions [J]. Journal Of Electronic Measurement and Instrumentation, 2018, 32(3) :119-126.
- [4] WANG J, NIU T, WANG R. Research and application of an air quality early warning system based on a modified least squares support vector machine and a cloud model [J]. International Journal of Environmental Research & Public Health, 2017, 14(3) :249-282.
- [5] ZHENG K, ZHAO S, YANG Z, et al. Design and implementation of LPWA-based air quality monitoring system [J]. IEEE Access, 2016(4) :3238-3245.
- [6] 秦孝良,高健,王永敏,等. 传感器技术在环境空气监测与污染治理中的应用现状、问题与展望 [J]. 中国环境监测, 2019(4) :1-11.
- QIN X L, GAO J, WANG Y M, et al. Application of sensor technology in environmental air monitoring and pollution control: status, problems and prospects [J]. Environmental Monitoring in China, 2019 (4) :1-11.
- [7] RAI A C, KUMAR P, PILLA F, et al. End-user perspective of low-cost sensors for outdoor air pollution monitoring [J]. Science of The Total Environment, 2017, 607-608 :691-705.
- [8] 李凤,董胜,刘守印. 基于电感式磁传感器的车位检测算法设计 [J]. 传感技术学报, 2019, 32(4) : 542-548.
LI F, DONG SH, LIU SH Y. Design of vehicle detection algorithm based on inductive magnetic sensor [J]. Chinese Journal of Sensors and Actuators, 2019, 32(4) : 542-548.
- [9] CHEN W, TANG H ZH, ZHAO H M. Urban air quality evaluations under two versions of the national ambient air quality standards of China [J]. Atmospheric Pollution Research, 2016, 7(1) :49-57.
- [10] SYMONDS P, TAYLOR J, CHALABI Z, et al. Development of an England-wide indoor overheating and air pollution model using artificial neural networks [J]. Journal of Building Performance Simulation, 2016, 9(6) : 606-619.
- [11] 代啟林,李佳颖,李响,等. 电化学气体传感器多传感器数据融合 [J]. 仪表技术与传感器, 2016(5) :15-17, 24.
DAI Q L, LI J Y, LI X, et al. Electrochemical gas sensor multi-sensor data fusion [J]. Instrument Technique and Sensor, 2016(05) :15-17, 24.
- [12] 肖悦,田永中,许文轩,等. 近 10 年中国空气质量时空分布特征 [J]. 生态环境学报, 2017, 26(2) :243-252.
XIAO Y, TIAN Y ZH, XU W X, et al. Spatiotemporal pattern changes of air quality in China from 2005 to 2015 [J]. Ecology and Environmental Sciences, 26(2) : 243-252.
- [13] 吕丹,龙华,赵继东,等. 基于地图地理信息点的数据融合算法的改进 [J]. 西北大学学报(自然科学版), 2017, 47(5) :687-692.
LV D, LONG H, ZHAO J D, et al. An improved data fusion algorithm based on geographic information points [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2017, 47(5) :687-692.
- [14] LIN Z, FEIYUE M, JIANPING G, et al. Estimating hourly PM 1 concentrations from Himawari-8 aerosol optical depth in China [J]. Environmental Pollution, 2018, 241 : 654-663.
- [15] BRUNO R, FERREIRA P. A Study on garbage collection algorithms for big data environments [J]. ACM Computing Surveys, 2018, 51(1) :1-35.

作者简介



凌启东,2006 年于中国矿业大学获得学士学位,2009 年于中国矿业大学获得硕士学位,现为徐州工业职业技术学院讲师,主要研究方向为信息处理、无线宽带通信。
E-mail: qidong66@163.com

Ling Qidong received B. Sc. from China University of Mining and Technology in 2006 and M. Sc from China University of Mining and Technology in 2009. Now he is a lecturer at Xuzhou College of Industrial Technology. His main research interests include information processing and wireless broadband communication.

是德科技推出全新 5G 核心网测试解决方案 LoadCore

中国移动通信研究院选用 Keysight 全新 LoadCore 软件,用以全面验证语音和数据通信的性能和可靠性

是德科技公司(NYSE:KEYS)宣布推出 LoadCore 5G 核心网(5GC)测试软件。中国移动通信研究院(CMRI)使用该测试方案对主要基础设施厂商提供的 5GC 网络设备进行 5GC 性能验证。是德科技是一家领先的技术公司,致力于帮助企业、服务提供商和政府客户加速创新,创造一个安全互联的世界。

新移动通信标准正在日益普及,为适应这一趋势,移动运营商纷纷从演进分组核心(EPC)向 5GC 升级。通过结合实施独立组网(SA)模式的 5G NR 部署和虚拟化网络体系结构,移动运营商可以高效地使用网络切片为各种应用场景来分配资源。但与此同时,他们需要管理海量的设备和连接,以便为消费者和行业提供符合服务水平协议(SLA)的服务。

Keysight LoadCore 5GC 测试软件可以仿真复杂的真实用户模型,使移动运营商和网络设备制造商(NEM)能够验证 5GC 网络承载语音和数据通信业务的性能及可靠性。电信级的服务质量(QoS)将确保消费者能够使用各种数据密集型应用,例如视频、游戏,以及汽车、制造、能源和公用事业等行业中高度依赖关键物联网应用的各种业务。

Keysight LoadCore 5GC 测试软件是是德科技综合测试解决方案产品组合中的一个组件,该产品组合支持对互联生态系统持续验证从 RAN 边缘到云端的网络性能。为了验证使用 4G 或 5G 技术的无线应用是否能够满足最终用户的预期,是德科技的测试解决方案使移动运营商和网络设备制造商(NEM)同时验证 5G、传统无线接入网(RAN)和 5GC。

是德科技副总裁兼边缘到核心(Edge-to-Core)事业

部总经理 Kalyan Sundhar 表示:“5G 网络要求对很多先进功能进行验证,包括在仿真数百万用户设备的特性时,网络节点的弹性扩展能力、网络切片和多接入边缘计算(MEC)能力。是德科技全新的 LoadCore 5GC 云原生测试方案将会支持服务提供商和网络设备制造商在从开发到部署的整个过程中全面验证 5G 核心网。”

是德科技全球副总裁兼大中华区总经理严中毅表示:“我们非常荣幸能够为中国移动提供先进的测试解决方案,协助他们从 4G 成功过渡到 5G,顺利完成其 5G 部署战略的宏伟目标。在这一战略下,中国移动已经为中国 50 多个主要城市提供 5G 业务。Keysight LoadCore 可以帮助 CMRI 高效、可靠地验证所部署的 5G 网络设备能否支持当今和未来极为复杂的用户模型和流量模型。”

Keysight LoadCore 5GC 测试软件支持用户执行网络容量测试,测量设备的数据吞吐量,以及对各种最终用户特性和移动通信场景进行建模。作为一款可扩展的 5GC 网络性能验证解决方案,它能够验证运营商所提供的网络连接业务能否在各种苛刻条件下(如灾难或其他重大事件引起的网络流量突然激增)保持稳定的性能。

关于是德科技

是德科技(NYSE:KEYS)是一家领先的技术公司,致力于帮助企业、服务提供商和政府客户加速创新,创造一个安全互联的世界。从设计仿真、原型验证、生产测试到网络和云环境的优化,是德科技提供了全方位的测试与分析解决方案,帮助客户深入优化网络,进而将其电子产品以更多新闻,请登录是德科技新闻中心:www.keysight.com/go/news。